

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 23 590 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 29 C 51/14**  
B 32 B 31/20  
B 32 B 27/00  
B 32 B 5/18  
// B29K 79:00

⑳ Aktenzeichen: P 43 23 590.5  
㉑ Anmeldetag: 14. 7. 93  
㉒ Offenlegungstag: 17. 3. 94

4

DE 43 23 590 A 1

③④ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
17.07.92 CH 02268/92

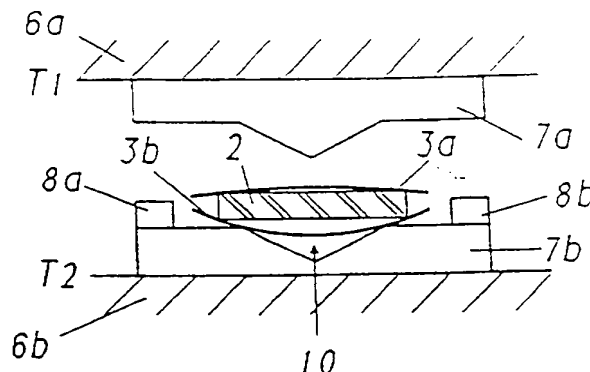
⑦① Anmelder:  
Cantz, Thomas, Stäfa, CH

⑦④ Vertreter:  
König, B., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80469  
München

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines dreidimensional geformten Schichtverbund-Bauteils

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Herstellung eines dreidimensional geformten Schichtverbund-Bauteils, welches eine Kernschicht (2) aus einem aufgeschäumten ersten thermoplastischen Material umfaßt, die auf beiden Seiten mit jeweils wenigstens einer thermoplastischen Deckschicht (3a, b) stoffschlüssig verbunden ist, wird eine Vereinfachung des Ablaufs und eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des fertigen Bauteils dadurch erreicht, daß die Kernschicht (2) und die wenigstens zwei Deckschichten (3a, b) zunächst in der entsprechenden Reihenfolge lose zu einem Stapel (10) aufgeschichtet werden, und daß dann in einem einzigen Heißpreßvorgang der Stapel (10) zu dem Schichtverbund-Bauteil zusammengefügt und dabei in die gewünschte Form gebracht wird.



DE 43 23 590 A 1

## Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leichtbauweise mittels sandwichartiger Verbundwerkstoffe. Sie betrifft Verfahren zur Herstellung eines dreidimensional geformten Schichtverbund-Bauteils, welches eine Kernschicht aus einem aufgeschäumten ersten thermoplastischen Material umfaßt, die auf beiden Seiten mit jeweils wenigstens einer thermoplastischen Deckschicht stoffschlüssig verbunden ist.

Ein solches Verfahren ist z. B. aus einem Prospekt der Firma Schreiner Composites, Zoetermeer, NL, über ein thermoplastisches Sandwich-Bauteil mit dem Markennamen "Airsan", oder aus der EP-A1-0 431 669 bekannt.

## Stand der Technik

Auf dem Gebiet der Leichtbau-Werkstoffe, insbesondere auch für den Einsatz im Flugzeugbau, sind thermoplastische Sandwich-Werkstoffe entwickelt worden, die sich durch hohe Verhältnisse von Steifigkeit bzw. Festigkeit zu Gewicht auszeichnen, flammfest und ungiftig sind, gute thermische und akustische Isolationseigenschaften aufweisen und kostengünstig herzustellen sind.

Derartige Verbundwerkstoffe, wie sie in der eingangs genannten Druckschrift beschrieben werden, werden in Form von ebenen Platten hergestellt, die eine Kernschicht aus einem aufgeschäumten thermoplastischen Material (z. B. 10 mm Schaum mit einer Dichte von  $90 \text{ kg/m}^3$  umfassen, welche auf beiden Seiten mit einer oder mehreren Deckschichten aus gewebeverstärktem thermoplastischen Material verklebt, d. h. stoffschlüssig verbunden sind. Die Gewebeverstärkung kann dabei beispielsweise aus Glas-, Aramid-, Kohle- oder ähnlichen Fasern bestehen.

Die fertig verklebten Sandwichplatten bilden das Ausgangsmaterial, aus dem durch nachträgliches Formen (Biegen, Kanten oder dgl.) die gewünschten dreidimensionalen Bauteile wie Halbschalen oder Winkelprofile für den Einsatz im Leichtbau hergestellt werden. Aufgrund der an sich erwünschten hohen Steifigkeit der Sandwichplatten sind für das Formen allerdings komplizierte Heißpreß-Prozesse erforderlich, die zudem zu unerwünschten Änderungen in der Sandwichstruktur führen: Um beispielsweise eine Kante in eine Sandwichplatte einzubringen, kann die Platte nicht einfach im Kantenbereich erwärmt und dann geknickt werden, weil in der auf der Kanteninnenseite liegenden Deckschicht beim Knicken nicht kontrollierbare Schubspannungen entstehen, die zu einer Faltenbildung in der inneren Deckschicht führen. Eine solche Faltenbildung ist aber nicht tragbar, weil einerseits in den Faltenbereichen die Sandwichstruktur mechanisch geschwächt und andererseits die Oberfläche der Deckschicht nicht länger eben ist.

Um diese Probleme zu umgehen, wird daher im Stand der Technik die Sandwichplatte im Kantenbereich auf der späteren Kanteninnenseite zunächst durch einen speziell geformten, heizbaren Stempel gekerbt und vorgebogen und anschließend bis zum Erreichen des endgültigen Kantenwinkels geknickt, wobei die innere Deckschicht im Knickbereich eine einzige definierte Falte aufwirft, die in die Kernschicht eindringt. Dies führt zu einer massiven Störung der Kernschicht im Kantenbereich, so daß die Kante selbst eine Schwach-

stelle des Bauteils bildet. Darüber hinaus ist bei einem derartigen Abkanten eine komplizierte Prozeßfolge notwendig, deren Parameter sehr genau eingehalten werden müssen, um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen.

Ähnliche Probleme treten nicht nur beim Abkanten der Platten auf, sondern auch bei Umformungen, die nach Art eines Tiefziehprozesses aus den ebenen Platten dreidimensionale Formkörper erzeugen. Erschwert werden derartige Umformungen dadurch, daß zunächst die Sandwichplatte über den ganzen zu verformenden Bereich zwischen speziellen Heizplatten ganzflächig vorgeheizt werden muß, um dann in die eigentliche Presse transferiert und dort verformt zu werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Verformung von Sandwichplatten genau durch die Eigenschaften erschwert wird, welche die Sandwichplatten als solche gerade auszeichnen.

## Darstellung der Erfindung

Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von dreidimensional geformten Sandwich-Bauteilen anzugeben, welches zu mechanisch vollkommen gleichmäßigen Bauteilen führt und besonders einfach durchzuführen ist.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Kernschicht und die wenigstens zwei Deckschichten zunächst in der entsprechenden Reihenfolge lose zu einem Stapel aufgeschichtet werden, und daß dann in einem einzigen Heißpreßvorgang der Stapel zu dem Schichtverbund-Bauteil zusammengefügt und dabei in die gewünschte Form gebracht wird.

Der Kern der Erfindung besteht darin, die Herstellung der Sandwich-Struktur mit der Formgebung des Bauteils in einem einzigen Vorgang zusammenzufassen. Damit wird das Problem umgangen, eine hochstabile Sandwichplatte nachträglich in aufwendiger Weise verformen zu müssen. Der Stapel aus den zunächst lose aufeinanderliegenden Kern- und Deckschichten kann sich, wenn die Randbedingungen des Heißpreßvorgangs geeignet gewählt werden, beim erfindungsgemäßen Verfahren sehr einfach den verschiedenen Formen anpassen, um dann eine dauerhafte Verbundstruktur zu bilden. Da die einzelnen Schichten während des Formprozesses relativ zueinander noch frei beweglich sind, können durch Schubkräfte verursachte Verwerfungen und Faltenbildungen in den Deckschichten, wie sie im Stand der Technik vorkommen, sicher vermieden werden.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß das erste thermoplastische Material der Kernschicht, das Material der wenigstens zwei thermoplastischen Deckschichten und die Temperatur während des Heißpreßvorgangs so gewählt werden, daß sich zwischen den wenigstens zwei Deckschichten und der Kernschicht ohne den Einsatz zusätzlicher Haft- oder Klebemittel eine stoffschlüssige Verbindung ergibt. Dies hat den Vorteil, daß zusätzliche Klebeschichten und die damit verbundenen Prozeßschritte nicht benötigt werden. Darüber hinaus wird die Stabilität (insbesondere die Schälfestigkeit) der Verbundstruktur durch die direkte stoffschlüssige Verbindung zwischen den Schichten erhöht.

Eine zweite bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Deckschichten

jeweils aus einem mit einem zweiten thermoplastischen Material imprägnierten Gewebe (Prepreg), insbesondere einem Glasfasergewebe, bestehen, daß das erste und zweite thermoplastische Material im wesentlichen gleich sind, und daß als erstes und zweites thermoplastisches Material ein Polyetherimid (PEI) verwendet wird. Auf diese Weise läßt sich auf besonders einfache Weise ein sehr leichtes und hochfestes Verbundbauteil herstellen, welches insbesondere auch den im Flugzeugbau gestellten Sicherheitsanforderungen genügt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß

- a) der Heißpreßvorgang in einer Heißpresse zwischen zwei heizbaren Formen durchgeführt wird;
- b) zunächst die beiden Formen auf die erforderlichen Temperaturen aufgeheizt werden;
- c) dann der Stapel zwischen die beiden Formen gelegt wird;
- d) anschließend die beiden Formen während einer vorgegebenen Preßdauer aufeinandergepreßt werden, bis sich der Schichtverbund gebildet hat; und
- e) nach Beendigung des Heißpreßvorgangs das fertige Schichtverbund-Bauteil aus der Heißpresse herausgenommen und außerhalb der Heißpresse schnell abgekühlt wird.

Der Heißpreßvorgang wird hierdurch besonders stark vereinfacht und hinsichtlich des Zeitaufwandes minimiert.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 im Querschnitt den prinzipiellen Aufbau einer Schichtverbund-Struktur, wie sie auch Gegenstand des Verfahrens nach der Erfindung ist;

Fig. 2 die beim Verfahren nach dem Stand der Technik auftretenden Probleme beim Abkanten einer fertigen Sandwichplatte;

Fig. 3a—c verschiedene Schritte bei der Herstellung eines Verbund-Bauteils gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 4 die bevorzugte Temperaturverteilung während des Heißpreßvorgangs und die resultierende Porenstruktur in der Kernschicht des Bauteils beim Verfahren gemäß der Erfindung.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

Die grundsätzliche innere Struktur eines Schichtverbunds, wie er auch Gegenstand der Erfindung ist, ist in Fig. 1 im Querschnitt wiedergegeben. Das Schichtverbund-Bauteil 1 umfaßt im wesentlichen eine aus einem thermoplastischen Schaum bestehende Kernschicht 2, die auf ihrer Ober- und Unterseite jeweils mit einer thermoplastischen Deckschicht 3a bzw. 3b stoffschlüssig verbunden ist. Anstelle der jeweils einen Deckschicht 3a, b kann allerdings auch eine Mehrzahl von übereinanderliegenden Deckschichten vorgesehen werden.

Beim Verfahren, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, wird ein Schichtverbund-Bauteil 1 gemäß Fig. 1 zunächst in Form einer ebenen Platte hergestellt,

die dann durch entsprechende Umformprozesse in die gewünschte endgültige Bauteilform gebracht wird. Soll eine solche ebene Sandwich-Platte beispielsweise an einer bestimmten Stelle abgekantet werden, ergibt sich die in Fig. 2 dargestellte Situation: Beim Abknicken der Struktur am Knick 5 liegt die neutrale Faser nicht in der Mitte der Kernschicht 2, sondern in der oberen bzw. äußeren Deckschicht 3a, weil diese als üblicherweise gewebeverstärkte Schicht praktisch keine Dehnung zuläßt. Entsprechend werden die Kernschicht 2 und die untere bzw. innere Deckschicht 3b in Richtung der in Fig. 2 eingezeichneten Doppelpfeile gestaucht. Als Folge dieser Stauchung bildet sich in der Kernschicht 2 eine Knickzone 4 und die untere Deckschicht wirft Falten auf, die z. B. in der in Fig. 2 gestrichelt angedeuteten Weise an der Knickzone 4 oder an anderer Stelle in die Kernschicht 2 eingedrückt werden können. Neben Unebenheiten auf der Oberfläche des Bauteils werden dadurch Schwachstellen in der Verbundstruktur erzeugt, welche die Funktionssicherheit des Bauteils beeinträchtigen können.

Die Erfindung geht hier nun einen gänzlich anderen Weg (Fig. 3a—c): Anstatt zunächst eine ebene Sandwichplatte herzustellen und diese dann zu verformen, werden Formgebung und Herstellung des Schichtverbundes in einem einzigen Heißpreßvorgang durchgeführt, wie dies in den in Fig. 3a—c dargestellten Verfahrensschritten beispielhaft zum Ausdruck kommt. Der Heißpreßvorgang findet vorzugsweise in einer Vorrichtung statt, die zwei auf gegenüberliegenden Heizplatten 6a und 6b angeordnete, einander gegenüberliegende Formen 7a und 7b umfaßt (Fig. 3a). Die Heizplatten 6a, b können zusammen mit den Formen 7a, b durch eine nichts dargestellte Einrichtung aufeinandergepreßt werden, wobei vorzugsweise der Preßhub durch geeignete Anschläge 8a, b begrenzt wird, um ein weitergehendes Zusammenpressen der erwärmten porösen Kernschicht 2 zu verhindern.

Beim Heißpreßvorgang nach der Erfindung werden zunächst die Heizplatten 6a und 6b auf die gewünschten Temperaturen T1 bzw. T2 vorgeheizt, die dann auch weitgehend von den Formen 7a und 7b angenommen werden. Die Formen 7a, b stellen damit die Wärme bereit, die zum Verformen und Verkleben der Deckschichten und der Kernschicht notwendig ist. Aus den zunächst separaten Deckschichten 3a, b und der Kernschicht 2 wird in der richtigen Reihenfolge ein loser Stapel 10 gebildet, der zwischen die aufgeheizten Formen 7a, b gelegt wird. Um ein Ankleben der Deckschichten 3a, b an den heißen Formen 7a, b zu verhindern, ist es vorteilhaft, zwischen den Deckschichten 3a, b und den entsprechenden Formen 7a, b jeweils (in Fig. 3a nicht dargestellte) Trennfolien aus Kapton, Teflon oder einem ähnlichen geeigneten Material vorzusehen. Die beiden Trennfolien können dabei zweckmäßigerweise eine Einstecktasche bilden, in welche der Stapel 10 eingeschoben und dadurch gleichzeitig gegen Verrutschen gesichert wird.

Nachdem der Stapel 10 zwischen die Formen 7a, b gelegt worden ist, beginnt der eigentliche Heißpreßvorgang, bei welchem die beiden Formen 7a, b langsam aufeinandergepreßt werden. Durch die von den Formen 7a, b ausgehende Wärme werden zunächst die Deckschichten 3a, b aufgeheizt und damit verformbar gemacht. Die Temperaturen T1 und T2 müssen dabei so gewählt werden, daß die Deckschichten 3a, b weich und klebrig werden, ohne jedoch zu schmelzen. Die Wärme geht dann nach und nach auf die Kernschicht 2 über, die

dadurch ebenfalls verformbar wird und sich zusammen mit den erweichten Deckschichten 3a, b dem Oberflächenverlauf der Formen 7a, b anpaßt. Die Temperatur ist dabei auf den Außenflächen der Kernschicht 2 größer als in ihrem Inneren, so daß die Außenflächen ebenso wie die Deckschichten 3a, b klebrig werden können, während der poröse Schaumkörper der Kernschicht 2 im Inneren weitgehend stabil bleibt. Auf diese Weise verformen sich Kernschicht 2 und Deckschichten 3a, b unter dem Einfluß der Wärme, werden aneinandergepreßt und verkleben gleichzeitig an ihren Grenzflächen (Fig. 3b). Anstelle der direkten Verklebung, die insbesondere bei gleichen Materialien für Kern- und Deckschicht zweckmäßig ist, können auch zusätzliche Klebschichten (z. B. aus einem Heißkleber) zwischen Kernschicht 2 und Deckschichten 3a, b vorgesehen werden.

Sobald der Verformungs- und Verklebungsvorgang abgeschlossen ist, wird das Schichtverbund-Bauteil sofort aus der Heißpreßapparatur genommen und außerhalb der Apparatur schnell abgekühlt (Fig. 3c). Das Bauteil bleibt dabei formstabil, wenn das Innere der Kernschicht 2 während des Heißpreßvorgangs nicht wesentlich über eine zur Verformung notwendige untere Temperatur hinaus erwärmt worden ist. Die Temperaturen T1 und T2 ebenso wie die Preßdauer hängen dabei von der Dicke des Schichtverbundes, vom gewählten Material, aber auch von der gewünschten Bauteilform ab. Die Temperaturen T1 und T2 sind üblicherweise gleich, können aber auch unterschiedlich gewählt werden, wenn es die Besonderheit der Bauteilform erfordert.

Eine wünschenswerte Kurve A der Temperaturverteilung während des Heißpreßvorgangs über der Ortskoordinate x senkrecht zur Fläche des Schichtverbundes ist in Fig. 4 schematisch wiedergegeben. Die Temperatur fällt von relativ hohen Werten im Bereich der Deckschichten 3a, b, die zur Verklebung notwendig sind, auf einen erheblich niedrigeren Wert im Inneren der Kernschicht 2 ab, der gerade ausreicht, um eine Verformung des Schaumkörpers zu ermöglichen. Entsprechend diesem Temperaturgradienten stellt sich in der Kernschicht 2 eine Größenverteilung der Poren 9 im Schaumkörper ein, bei der im Randbereich überwiegend kleine Poren vorhanden sind, während zur Mitte hin die Porendurchmesser zunehmen. Eine derartige Porenverteilung ist aber besonders günstig hinsichtlich der Stabilität des fertigen Schichtverbund-Bauteils.

Als Ausgangsmaterialien für die so hergestellten Schichtverbund-Bauteile haben sich besonders Schäume aus Polyetherimid (PEI) für die Kernschicht 2 bewährt, während die Deckschichten 3a, b vorzugsweise aus mit PEI vorimprägniertem Glasfasergewebe, sogenannten PEI-Prepregs, bestehen. Durch die direkte Verklebung dieser Schichten entsteht dann ein integraler Schichtverbund mit einem (wegen der Gleichheit der Materialien) nahezu nahtlosen Übergang zwischen den einzelnen Schichten, der besonders günstige mechanische Eigenschaften zur Folge hat.

Beim Einsatz von PEI-Materialien haben sich Temperaturen T1, T2 für die Heizplatten 6a, b bzw. Formen 7a, b als günstig erwiesen, die konstant sind und im Bereich zwischen 180°C und 290°C liegen. Die Preßdauer ändert sich dabei in gewisser Weise gegenläufig zur Heiztemperatur und liegt im Bereich zwischen 10 s und 500 s. Als besonders günstig hinsichtlich der erreichbaren Festigkeit hat es sich herausgestellt, wenn die Temperaturen (T1, T2) der Heizplatten 6a, b während des Heißpreßvorgangs auf etwa 190°C gehalten werden und die Preßdauer zwischen 300 s und 500 s beträgt.

Sofern als Deckschichten 3a, b die erwähnten Prepregs verwendet werden, die in der Regel größere Poren enthalten, kann es zur Verbesserung der Oberflächenqualität vorteilhaft sein, die Prepregs in einem vorgeschalteten Heißpreßvorgang zunächst vorzuverdichten.

Es ist weiterhin darauf zu achten, daß bei einem uniaxialen Preßvorgang, wie er in Fig. 3a, b gezeigt ist, die Normalen der Formflächen (in diesem Fall: der Kanten-seiten) nicht zu sehr von der Preßrichtung abweichen, um eine zu starke Verschiebung der einzelnen Schichten 2 bzw. 3a, b gegeneinander zu verhindern. Es ist in diesem Zusammenhang aber auch denkbar, die eine der Formen 7a, b durch eine druckbeaufschlagte Membran zu ersetzen, um eine weitgehend hydrostatische Druckverteilung auch bei komplizierten Formen zu erhalten.

Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung ein schnelles, flexibles und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung von mechanisch sehr stabilen Schichtverbund-Bauteilen.

#### Bezeichnungsliste

- 1 Schichtverbund-Bauteil
- 2 Kernschicht
- 3a, b Deckschicht
- 4 Knickzone
- 5 Knick
- 6a, b Heizplatte
- 7a, b Form
- 8a, b Anschlag
- 9 Pore
- 10 Stapel
- A Kurve der Temperaturverteilung
- T, T1, T2 Temperatur
- x Ortskoordinate

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines dreidimensional geformten Schichtverbund-Bauteils (1), welches eine Kernschicht (2) aus einem aufgeschäumten ersten thermoplastischen Material umfaßt, die auf beiden Seiten mit jeweils wenigstens einer thermoplastischen Deckschicht (3a, b) stoffschlüssig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernschicht (2) und die wenigstens zwei Deckschichten (3a, b) zunächst in der entsprechenden Reihenfolge lose zu einem Stapel (10) aufgeschichtet werden, und daß dann in einem einzigen Heißpreßvorgang der Stapel (10) zu dem Schichtverbund-Bauteil (1) zusammengefügt und dabei in die gewünschte Form gebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste thermoplastische Material der Kernschicht (2), das Material der wenigstens zwei thermoplastischen Deckschichten (3a, b) und die Temperatur während des Heißpreßvorgangs so gewählt werden, daß sich zwischen den wenigstens zwei Deckschichten (3a, b) und der Kernschicht (2) ohne den Einsatz zusätzlicher Haft- oder Klebmittel eine stoffschlüssige Verbindung ergibt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Deckschichten (3a, b) jeweils aus einem mit einem zweiten thermoplastischen Material imprägnierten Gewebe (Prepreg), insbesondere einem Glasfasergewebe, bestehen.

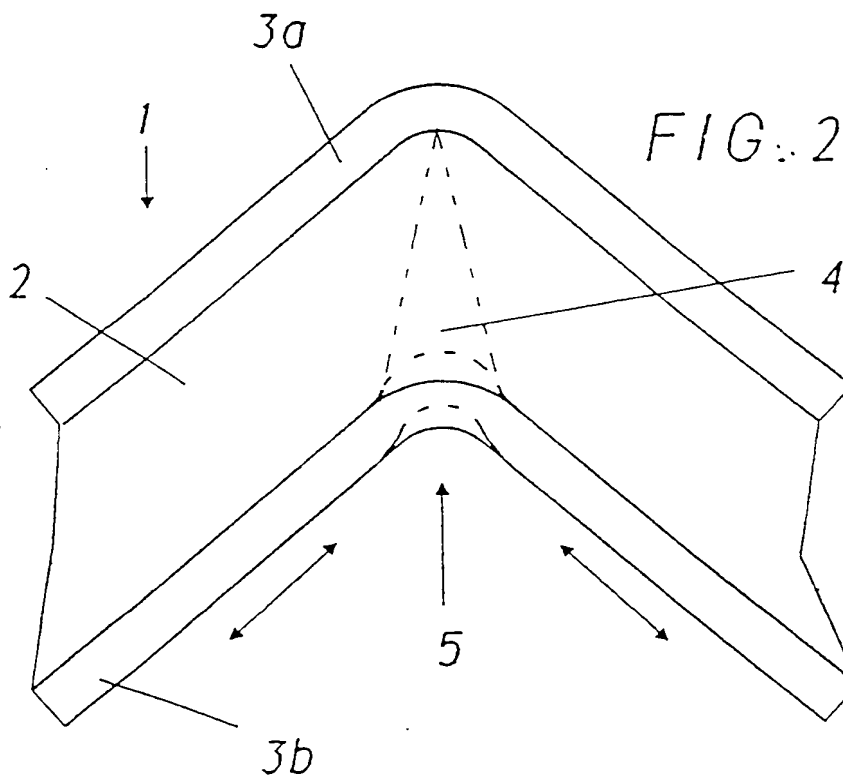
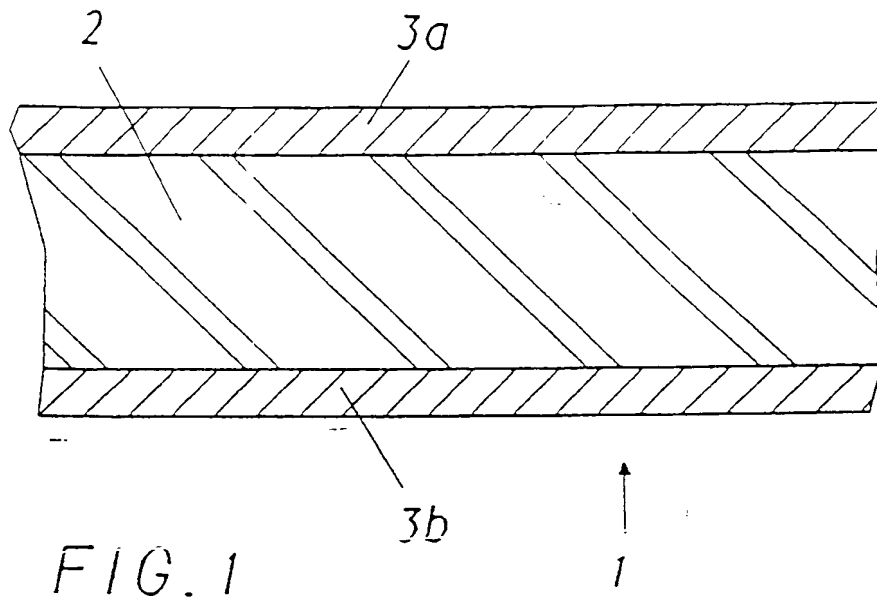
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und zweite thermoplastische Material im wesentlichen gleich sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als erstes und zweites thermoplastisches Material ein Polyetherimid (PEI) verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß
- a) der Heißpreßvorgang in einer Heißpresse zwischen zwei heizbaren Formen (7a, b) durchgeführt wird;
  - b) zunächst die beiden Formen (7a, b) auf die erforderlichen Temperaturen (T1, T2) aufgeheizt werden;
  - c) dann der Stapel (10) zwischen die beiden Formen (7a, b) gelegt wird;
  - d) anschließend die beiden Formen (7a, b) während einer vorgegebenen Preßdauer aufeinandergepreßt werden, bis sich der Schichtverbund gebildet hat; und
  - e) nach Beendigung des Heißpreßvorgangs das fertige Schichtverbund-Bauteil (1) aus der Heißpresse herausgenommen und außerhalb der Heißpresse schnell abgekühlt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung eines Festklebens der Deckschichten (3a, b) an den Formen (7a, b) beim Heißpreßvorgang zwischen den Deckschichten (3a, b) und den Formen (7a, b) Trennfolien, insbesondere aus Kapton oder Teflon, angeordnet werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Formen (7a, b) ein Anschlag (8a, b) vorgesehen ist, welcher einen Mindestabstand der Formen (7a, b) beim Heißpressen vorgibt.
9. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Heißpreßvorgang die wenigstens zwei Deckschichten (3a, b) zur Verringerung des Porenanteils heiß vorverdichtet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
- a) die beiden Formen (7a, b) jeweils auf einer Heizplatte (6a, b) angeordnet sind;
  - b) Polyetherimid-Schaum als Kernschicht (2) und Polyetherimid-Prepregs als Deckschichten (3a, b) verwendet werden;
  - c) die Temperaturen (T1, T2) der Heizplatten (6a, b) während des Heißpreßvorgangs auf festen Werten im Bereich von 180°C bis 290°C gehalten werden; und
  - d) die Preßdauer je nach Temperatur zwischen 10 s und 500 s beträgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturen (T1, T2) der Heizplatten (6a, b) während des Heißpreßvorgangs auf etwa 190°C gehalten werden und die Preßdauer zwischen 300 s und 500 s beträgt.

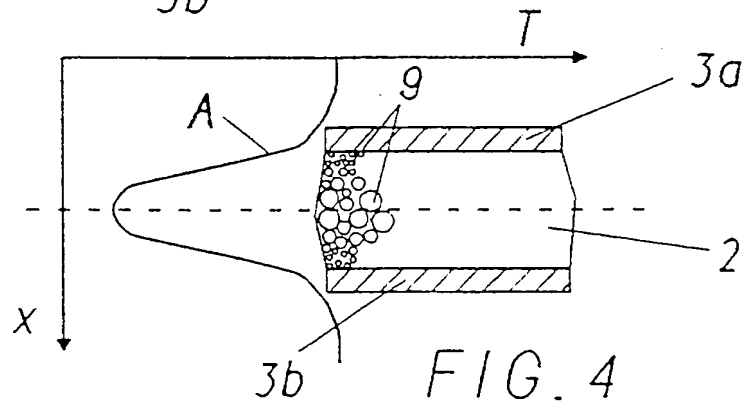
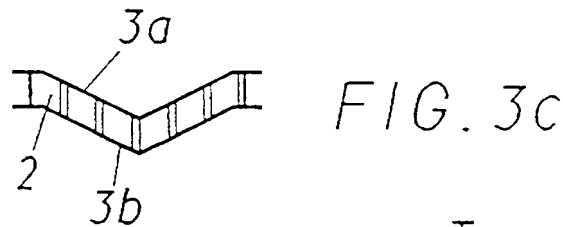
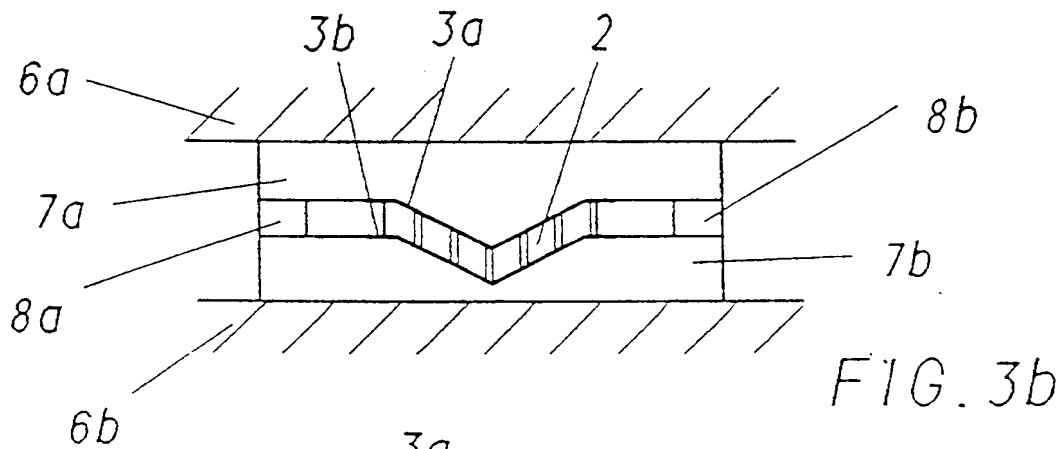
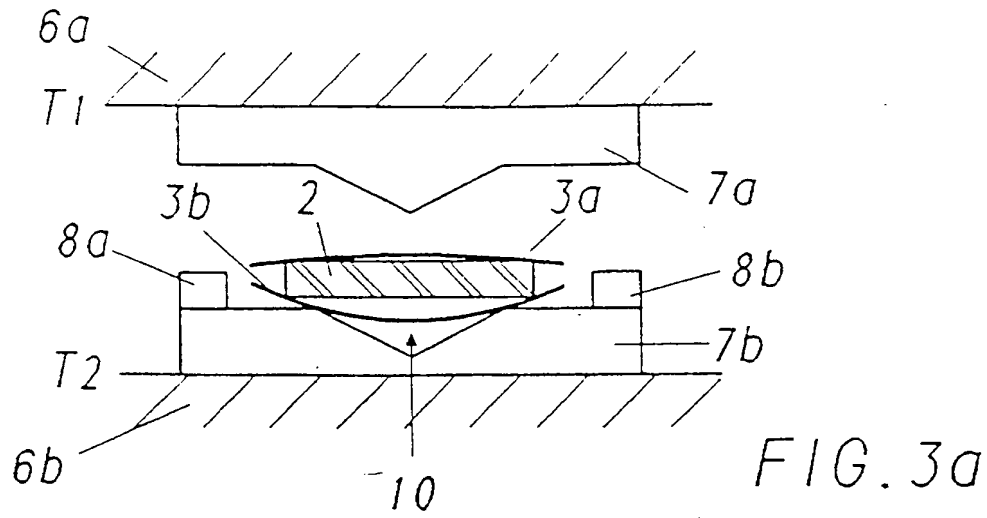
---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -







**Three-dimensional lightweight sandwich structure - comprises thermoplastic foam core and fabric reinforced thermoplastic facings loosely stacked for moulding in hot tool.**

Patent Number: DE4323590  
 Publication date: 1994-03-17  
 Inventor(s): CANTZ THOMAS (CH)  
 Applicant(s): CANTZ THOMAS (CH)  
 Requested Patent ☐ DE4323590  
 Application Number: DE19934323590 19930714  
 Priority Number(s): CH19920002268 19920717  
 IPC Classification: B29C51/14 B32B31/20 B32B27/00 B32B5/18 B29K79/00  
 EC Classification: B29C51/14 B32B5/18  
 Equivalents: ☐ CH684180

#### Abstract

In mfg. a three-dimensional sandwich structure comprising a foamed thermoplastic core (2) and thermoplastic facing layers (3a,3b), a preform (10) consisting of the appropriate layers (2,3a,3b) loosely stacked together in the correct order is hot pressed in a tool to produce the final product. The moulding temp. is chosen to optimise the bond between the layers (2,3a,3b) without the need for additional adhesive.

USE/ADVANTAGE - For prodn. of lightweight three-dimensional sandwich structures e.g. for aircraft construction. The process is simple and gives uniform mechanical properties over the whole structure without folding in the inner facing layer or the need for special tools to pre-shape the inner side of the component.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

